

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



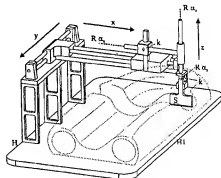
(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : A61B 19/04, 19/00	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/02100 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 21. Januar 1999 (21.01.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/04195 (22) Internationales Anmeldedatum: 7. Juli 1998 (07.07.98) (30) Prioritätsdaten: A 1191/97 10. Juli 1997 (10.07.97) AT (71)(72) Anmelder und Erfinder: MÜLLER, Wolfram [AT/AT]; Hub 126, A-8046 Stattegg (AT), GRAF, Reinhard [AT/AT]; Hägersiedlung 7, A-8050 Murau (AT), LERCHER, Kurt [AT/AT]; Vorstadt 48, A-8832 Oberwölz (AT), LEBAN, Johann [AT/AT]; Wetterturmstrasse 4b, A-8061 Rinnegg (AT). (74) Gemeinsamer Vertreter: MÜLLER, Wolfram; Hub 126, A-8046 Stattegg (AT).	(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, GW, HR, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BI, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	

(54) Title: **COORDINATE GUIDANCE AND REFERENCE POSITIONING SYSTEM**

(54) Bezeichnung: **KOORDINATENFÜHRUNGS- UND REFERENZPOSITIONIERSYSTEM**

(57) Abstract

The invention improves and simplifies examination and/or treatment procedures on or in organisms carried out in accordance with a standardized pattern. The reference positioning system acts as a support for the organism and is designed in such a way as to enable defined positioning of the same. Examinations and/or treatment can be carried out in defined locations and/or directions on and in the organism by the above-mentioned reference coordinate system. A coordinate guidance device is used to provide precise guidance of the examining and/or treatment instruments, wherein positioning in relation to the organism is carried out by a mechanical link with the reference positioning system. Individual degrees of freedom pertaining to the guidance device can be blocked so that only predetermined trajectories and directional adjustments can be executed. In addition to Cartesian coordinate systems, non-orthogonal and curvilinear coordinate systems can be used. The dimensions of each reference positioning system and the coordinate guidance system linked thereto are selected according to the size of the organisms and can range from micrometers in the case of cells and cell organelles to meters in the case of large organisms. The invention enables automated or partially automated serial examination and treatment. The invention can be used in all areas where organisms of all types are treated or examined.



(57) Zusammenfassung

Die Innovation dient der Verbesserung und Vereinfachung von Untersuchungs- und/oder Behandlungsverfahren an und in Organismen, die nach einem standardisierten Schema durchgeführt werden. Das Referenzpositioniersystem ist eine Halterung für den Organismus, die derart gestaltet ist, daß eine definierte Positionierung desselben erreicht wird. Durch das dadurch vorgegebene Referenzkoordinatensystem können Untersuchungen und/oder Behandlungen an definierten Orten und/oder Richtungen an und im Organismus durchgeführt werden. Zur präzisen Führung der Untersuchungs- und/oder Behandlungsinstrumente wird eine Koordinatenführungsrichtung verwendet, wobei die Positionszuordnung zum Organismus durch eine mechanische Verbindung mit dem Referenzpositioniersystem gewährleistet ist. Einzelne Freiheitsgrade der Führungsvorrichtung können blockiert werden, so daß nur die dadurch vorgegebenen Trajektorien und Richtungseinstellungen durchlaufen werden können. Als Koordinatensysteme kommen neben kartesischen auch nicht-orthogonale und krummlinige in Frage. Die Dimensionen des jeweils konstruktiv realisierten Referenzpositioniersystems und des damit verbundenen Koordinatenführungsapparates werden den Größen der Organismen entsprechend gewählt und können vom Mikrometerbereich bei Zellen und Zellorganellen bis in den Meterbereich bei sehr großen Organismen variieren. Die Innovation erlaubt auch automatisierte oder teilautomatisierte Serien-Untersuchungen und Behandlungen. Die Innovation kann in allen Gebieten, in denen Organismen jeglicher Art behandelt oder untersucht werden, Verwendung finden.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäß dem PCT veröffentlichten.

AL Albanien	ES Spanien	LS Lesotho	SI Slowenien
AM Armenien	FI Finnland	LT Litauen	SK Slowakei
AT Österreich	FR Frankreich	LU Luxemburg	SN Senegal
AU Australien	GA Gabun	LV Lettland	SZ Swasiland
AZ Aserbaidschan	GB Vereinigtes Königreich	MC Monaco	TD Tschad
BA Bosnien-Herzegowina	GE Georgien	MD Republik Moldau	TG Togo
BB Barbados	GH Ghana	MG Madagaskar	TJ Tadschikistan
BE Belgien	GN Guinea	MK Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM Turkmenistan
BF Burkina Faso	GR Griechenland	ML Mali	TR Türkei
BG Bulgarien	HU Ungarn	MN Mongolei	TT Trinidad und Tobago
BJ Benin	IE Irland	MR Mauretanien	UA Ukraine
BR Brasilien	IL Israel	MW Malawi	UG Uganda
BY Belarus	IS Island	MX Mexiko	US Vereinigte Staaten von Amerika
CA Kanada	IT Italien	NE Niger	UZ Usbekistan
CF Zentralafrikanische Republik	JP Japan	NL Niederlande	VN Vietnam
CG Kongo	KE Kenia	NO Norwegen	YU Jugoslawien
CH Schweiz	KG Kirgisistan	NZ Neuseeland	ZW Zimbabwe
CI Côte d'Ivoire	KP Demokratische Volksrepublik Korea	PL Polen	
CM Kamerun	KR Republik Korea	PT Portugal	
CN China	KZ Kasachstan	RO Rumänien	
CU Kuba	LC St. Lucia	RU Russische Föderation	
CZ Tschechische Republik	LI Liechtenstein	SD Sudan	
DE Deutschland	LK Sri Lanka	SE Schweden	
DK Dänemark	LR Liberia	SG Singapur	
EE Estland			

KOORDINATENFÜHRUNGS- UND REFERENZPOSITIONIER SYSTEM

Beschreibung:

- Bei der Erfindung handelt es sich um ein Gerät zur Verbesserung und Vereinfachung von
- 5 Untersuchungs- und Behandlungsverfahren, die nach einem standardisierten Schema durchgeführt werden, wobei der Organismus mit Hilfe einer mechanischen Halterung definiert positioniert wird. Diese Positionierung kann sich auch auf Teile des Organismus beschränken. In der weiteren Folge ist unter Organismus sowohl der gesamte Organismus zu verstehen oder auch nur Teile desselben. Es macht auch keinen Unterschied, ob der Organismus lebt oder nicht mehr lebt. Die Organismen
- 10 können Menschen, Tiere oder Pflanzen sein. Als mechanische Halterung kann jede Vorrichtung dienen, die es gestattet, den Organismus derart zu fixieren, daß ein Koordinatenreferenzsystem aufgrund der definierten Lage des Organismus bzw. von Teilen desselben festgelegt wird. Als Teile des Organismus können auch innere Bereiche des Organismus, die z.B. im Zuge einer Operation freigelegt wurden, verstanden werden. Die mechanischen Halterungsvorrichtungen können starre
- 15 Verbindungen zum Organismus bzw. zu Teilen desselben sein (z.B. zu Knochen) oder Lagerungsschalen, die an äußere Formen angepaßt sind oder Lagerungskissen, die gepolsterte oder mit Luft gefüllte Kammern haben oder Kombinationen von starren Verbindungen und/oder Lagerungsschalen und/oder Lagerungskissen. Es macht für die hier beschriebene Innovation keinen Unterschied, welchen physikalischen Ursprunges die Kräfte sind, die zur Positionierung des
- 20 Organismus verwendet werden. So können auch äußere physikalische Felder, z.B. elektrische oder magnetische Felder, Strömungsfelder etc., die eine definierte Positionierung des Organismus gestatten, Verwendung finden. Die Gesamtheit dieser Halterungsvorrichtungen, die durch diese Zwangspositionierungen des Organismus ein Referenzkoordinatensystem festlegen, wird in der weiteren Folge Referenzpositioniersystem genannt. Das Referenzkoordinatensystem kann auf die in
- 25 der Medizin und Biologie üblichen Ebenen und Richtungsangaben bezogen sein (siehe z.B.: Psyhyrembel, Klinisches Wörterbuch: Ebenen des Körpers und Richtungsbezeichnungen) oder auch auf andere anatomisch gegebene Formen und Orientierungen. Die definierte Lagerung des Organismus mit Hilfe eines Referenzpositioniersystems erleichtert bzw. ermöglicht standardisierte Untersuchungen und/oder Therapien, da dadurch eine definierte Orts- und/oder
- 30 Orientierungszuordnung von Untersuchungs- und/oder Behandlungsinstrumenten möglich wird. Als Untersuchungsinstrumente sind sämtliche in der Medizin, Veterinärmedizin, Biologie, Botanik und Landwirtschaft verwendeten Vorrichtungen zur Erfassung anatomischer, motorischer, physiologischer, psychologischer, physikalischer, chemischer und biochemischer Eigenschaften des Organismus zu verstehen. Als Behandlungsinstrumente sind sämtliche in der Medizin, Veterinärmedizin, Biologie,
- 35 Botanik und Landwirtschaft verwendeten Vorrichtungen zu verstehen, mit deren Hilfe chirurgische, orthopädische, physiologische, psychologische, physikalische, chemische oder biochemische Wirkungen auf den Organismus erzielt werden können.

- Zur präzisen und definierten Führung von Untersuchungs- und/oder Behandlungsinstrumenten relativ zum Referenzkoordinatensystem wird eine Koordinatenführungs Vorrichtung verwendet, wobei die
- 40 Positions- und/oder Orientierungszuordnung zum Organismus durch eine mechanische Verbindung mit dem Referenzpositioniersystem gewährleistet ist. Einzelne oder mehrere Freiheitsgrade der Führungsvorrichtung können blockiert werden, sodaß nur die dadurch vorgegebenen Trajektorien und/oder Richtungseinstellungen durchlaufen werden können, wenn ein Untersuchungs- oder Behandlungsverfahren dies erfordert. Die Zahl der Freiheitsgrade kann auch größer als 6 sein, wenn
- 45 dadurch die Handhabung der Untersuchungs- und/oder Behandlungsinstrumente erleichtert wird. So kann es zum Beispiel zweckmäßig sein, mit Hilfe von 3 kartesischen Koordinaten und von 3 Orientierungsrichtungen eine Ausgangslage für ein Untersuchungs- oder Behandlungsverfahren zu definieren und durch weitere Freiheitsgrade, beispielsweise mit Hilfe von ebenen Polarkoordinaten, die Untersuchungs- bzw. Behandlungsinstrumente entlang dieser zusätzlichen Freiheitsgrade zu
- 50 führen. Das Führungssystem mit kartesischen Koordinaten und den Orientierungsrichtungen kann nach Erreichen der Ausgangsposition und Ausgangsorientierung blockiert werden. Als Koordinatensysteme für die Führungsvorrichtung kommen sämtliche Systeme, das heißt neben kartesischen auch nicht-orthogonale und krummlinige Koordinatensysteme, in Frage. Damit sind sämtliche denkbaren Trajektorien und Richtungen für die Führung der Behandlungs- und
- 55 Untersuchungsinstrumente relativ zur anatomischen Form des Organismus realisierbar. Die vorgegebenen Bewegungsfreiheiten erlauben eine manuelle Führung der Instrumente nur in den erlaubten Bahnen relativ zum Referenzkoordinatensystem bzw. gestatten auch eine elektronisch gesteuerte Führung der Instrumente mit Hilfe elektro-mechanischer oder hydraulischer oder pneumatischer Elemente. Die Verwendung von Positions- und Orientierungssensoren verschiedenster
- 60 Bauarten ermöglicht auch die geregelt durchgeführte Bewegungsführung und die Registrierung und Protokollierung der Bewegungsabläufe und der Positionen. Auch hierbei ist das Referenzkoordinatensystem durch die an den Organismus angepaßte Form des Referenzpositioniersystems bereits vorweg definiert und es bedarf keines bildgebenden Verfahrens oder sonstiger technischer Einrichtungen für die Zuordnung von Lage- und Orientierungskordinaten
- 65 der Instrumente zum Referenzsystem und damit zur anatomischen Form des Organismus. Dies ist ein entscheidender Vorteil gegenüber anderen, der Öffentlichkeit bereits zuvor bekanntgemachten Koordinatenführungssystemen, die größeren technischen Aufwand für die Koordinatenzuordnung erfordern und damit zu kostenintensiveren Untersuchungs- und/oder Behandlungsverfahren führen. Das hier beschriebene Referenzpositioniersystem und das daran gekoppelte
- 70 Koordinatenführungssystem ist einfach zu bedienen und erfordert keinerlei technische Wartung oder Kalibrierungsarbeiten. Bei verschiedenen Untersuchungs- und/oder Behandlungsverfahren wird lediglich die mechanische Halterung für den jeweiligen Organismus eingesetzt und die Bewegungsfreiheit des Koordinatenführungssystems der Aufgabe entsprechend festgelegt. Die Dimensionen des jeweils verwendeten Referenzpositioniersystems und des

75 Koordinatenführungssystemen werden den Größen der zu untersuchenden oder zu behandelnden Organismen entsprechend gewählt und können vom Mikrometerbereich bei Zellen und Zellorganellen bis in den Meterbereich für sehr große Organismen variieren. Die einfache Bedienbarkeit ist insbesondere bei Serien- und Screeninguntersuchungen entscheidend.

80 **Stand der Technik:**

In mehreren der Öffentlichkeit vor dem Prioritätstag der Anmeldung zugänglich gemachten Materialien (WO 91/04711 A1; WO 88/09151 A1; EP 427 358 A1; WO 94/13205 A1; WO 96/25881 A1; EP 326 768 A2; DE 39 08 648 A) werden Systeme beschrieben, mit deren Hilfe medizinische Untersuchungs- und/oder Behandlungsinstrumente geführt werden und/oder die Position dieser Instrumente während
85 Behandlungen registriert werden kann. Diese Vorrichtungen sind für den Einsatz im humanmedizinischen Bereich konzipiert. Im Gegensatz zu der hier beschriebenen Innovation erfordern diese zuvor beschriebenen Geräte technisch aufwendige Vorkehrungen für die Zuordnung der Orts- und Orientierungslage der jeweiligen Untersuchungs- und/oder Behandlungsinstrumente zu gegebenen Strukturen im oder am Körper eines Patienten. Es werden verschiedene bildgebende und
90 computerunterstützte Verfahren für die Koordinatenzuordnung eingesetzt.

In den Patentschriften WO 96/25881A1 und DE 3908648A wird als bildgebendes Verfahren die Sonografie eingesetzt, wobei nicht berücksichtigt wird, daß durch die bekannten Bild- und Verzerrungsartefakte bei diesem Verfahren gravierende Kalibrierungsfehler auftreten können. Die hier vorgestellte Innovation kann dagegen, wie nachfolgend näher erläutert wird, dazu verwendet werden,
95 um sonografische Verzerrungsartefakte zu vermeiden oder zu minimieren. In der hier vorgestellten Innovation wird von einer vorweg durch das Referenzpositioniersystem definierten Organismuslage ausgegangen, wodurch eine Koordinaten- und Orientierungszuordnung der Untersuchungs- und/oder Behandlungsinstrumente ohne bildgebende Verfahren möglich ist.

Die Verwendung von bildgebenden Verfahren mit Hilfe ionisierender Strahlen für Zwecke der
100 Koordinatenzuordnung haben neben dem hohen technischen Aufwand und den damit verbundenen Kosten den Nachteil der Strahlenbelastung des Patienten und scheiden daher für viele Aufgabenstellungen, insbesondere für Serienuntersuchungen (Screening Programme) aus. Überhaupt ist es im Sinne der strahlenschutzgesetzlichen Bestimmungen aller Länder und der Empfehlungen der ICRP (Int. Commission for Radiation Protection) die ionisierende Strahlung durch andere Verfahren zu
105 ersetzen, wo immer dies möglich ist.

Aufgrund der technisch einfachen Realisierungsmöglichkeiten der hier beschriebenen Innovation, ist die Vorrichtung nicht nur in der Medizin sondern auch in vielen anderen Bereichen, in denen Organismen in definierter Position untersucht oder behandelt werden, vorteilhaft einsetzbar.

Beschreibung eines Anwendungsbeispiels:

110 Standardisiertes Screening der Säuglingshüfte.

Sonografische Untersuchungsverfahren haben mehrere Vorteile gegenüber anderen bildgebenden Verfahren: Breite Verfügbarkeit der Geräte, da Sonografiegeräte im Vergleich mit Computertomographen relativ preisgünstig zu erhalten sind und keine Belastung der Organismen mit ionisierender Strahlung erfolgt. Weiters ist die Bildfolge hoch genug, um Bewegungen in Echtzeit studieren zu können. Besondere Beachtung muß bei sonografischen Diagnoseverfahren aber den Bildartefakten geschenkt werden, wenn Fehldiagnosen vermieden werden sollen. Die hier näher beschriebene Vorrichtung für das Hüftscreening der Säuglinge dient der Vermeidung bzw. Minimierung von sonografischen Verzerrungen, die durch Brechungs- und Laufzeitartefakte bedingt sind. Solche Verzerrungen können auftreten, wenn entweder die Schnittebene oder die Orientierung des Ultraschallwandlers innerhalb der vorgeschriebenen Ebene in ungeeigneter Weise gewählt wird (Verkipfung des Schallwandlers). Das ist in Fig. 1 und 2 schematisch gezeigt. Fig. 1 demonstriert die Winkelverzeichnung aufgrund von Schalllaufzeitunterschieden im Gewebe G2 mit einer Schallgeschwindigkeit c^* , die von der Geschwindigkeit c_0 im Gewebe G1 (mit der das Sonografiegerät rechnet) abweicht. Im Beispiel wurde $c^* = 2c_0$ gewählt. S1 und S2 sind zwei verschiedene Positionen des Schallkopfes. Dieses Beispiel zeigt eine ausgeprägte Verdrehung der Geraden g im Sonogramm, das der Schallkopfposition S2 entspricht. Dieser Winkelfehler tritt bei günstiger Wahl des Schallkopfes (S1) nicht auf, in diesem Fall ist die sonografisch dargestellte Gerade g1 identisch mit der darzustellenden Geraden g.

130 Bei nicht orthogonalem Durchtritt des Schallstrahles durch die Grenzfläche zweier aneinander grenzender Gewebe (G1 und G2 in Fig.2) mit unterschiedlichen Schallgeschwindigkeiten (c_0 und c^* in Fig. 2) tritt zusätzlich noch Brechung nach dem Snelliusschen Brechungsgesetz auf. Dies ist in Fig. 2 schematisch gezeigt.

Sowohl bei Fig.1 wie auch bei 2 kann durch günstige Wahl der Position des Schallgebers (Schallkopf S1) die Verzeichnung vermieden werden ($g_1 = g$ und $h_1 = h$) wogegen bei ungünstiger Platzierung (Schallkopf S2) eine ausgeprägte Verdrehung der Lage der Geraden im Sonografiebild entstehen kann ($g_2 \neq g$ und $h_2 \neq h$). Die in Fig. 1 und Fig. 2 in vereinfachter Schematik dargestellten Verhältnisse entsprechen den Problemstellungen bei der Sonografie der Säuglingshüfte (R. Graf, C. Tschauer: Sonografie der Säuglingshüfte. Radiologie (1994) 34: 30-38). Auch dort kommt es zu falschen Darstellungen von diagnostisch wichtigen Winkeln, wenn die Position des Schallkopfes ungünstig gewählt wird. Solche ungünstigen Positionen des Schallkopfes können durch geeignete Positionierung des Kindes und Limitierung der Freiheitsgrade für das Schallkopfführungssystem vermieden bzw. minimiert werden. Situationen, die diesen Modellfällen entsprechen, treten bei allen sonografischen Untersuchungen auf, bei denen Gewebe mit unterschiedlichen Schalleitungsgeschwindigkeiten durchstrahlt werden. Artefakte zu vermeiden oder zu minimieren ist für die visuelle Befundung

- wesentlich und für die Gewinnung diagnostisch wichtiger Meßwerte unerlässlich. Solche Untersuchungs- und Meßartefakte, die zu gravierenden Fehlbehandlungen führen können, sind aus der medizinischen Praxis bekannt. Durch eine definierte Führung der Schallwandler können diese Artefakte eliminiert bzw. minimiert werden. Für diese Anwendung ist die Bewegungsfreiheit für den
- 150 Schallwandler nur für jene Achsen und Einstrahlrichtungen freizuschalten, die durch ein standardisiertes Untersuchungsverfahren zulässig sind. Voraussetzung für ein erfolgreiches Screening-Programm ist die definierte Positionierung des Körpers mit einem Referenzpositionierungssystem, das im Falle der Hüftsonografie des Säuglings als Positionierkissen ausgeführt ist, wobei die Oberflächen aus geeigneten Kunststoffen (siehe Kapitel *Konstruktive Lösung*) gefertigt sind.
- 155 Literatur zur Hüftsonografie des Säuglings:
- R. Graf, R. Soldner: Zum Problem der Winkelmeßfehler bei der Hüftsonografie durch Linear- und Sektorscanner. *Ultraschall Klin Prax* (1989) 4: 177-182.
- R. Graf: Probleme und Fehlerquellen bei der Hüftsonografie. *Gynäkol. Praxis* 20, 223-231 (1996).
- R. Graf: Hip Sonography - How Reliable? *Clinical Orthopaedics* 281, (1992).
- 160 Im Falle der Säuglingshüftsonografie sind bei korrekter Positionierung des Säuglings, nur Bewegungen entlang der 3 Raumachsen sowie die Drehung um die z-Achse erlaubt (vergl. mit oben zitierter Literatur von R. Graf). Die nicht erlaubten Verkippen des Schallgebers werden in diesem Fall durch Blockierung der weiteren Drehachsen verhindert bzw. wird für dieses Anwendungsbeispiel ein Koordinatenführungssystem, das für nur 3 Linear- und einen Rotationsfreiheitsgrad konzipiert
- 165 wurde, verwendet. Zwei Konstruktionsbeispiele sind in Fig. 3 und 4 dargestellt, die in Verbindung mit dem Positionierkissen in Fig. 5 eine wesentliche Erleichterung und Verbesserung der Untersuchung der Säuglingshüfte ermöglichen. Fig. 3 :Schrägruß eines Ausführungsbeispiels eines Referenzpositionier- und Koordinatenführungssystems mit schematischer Darstellung eines Lagerungskissens für einen zu untersuchenden Organismus. Die Halterungsvorrichtung für den
- 170 Organismus erzwingt eine definierte Positionierung, die den Untersuchungs- und oder Behandlungsgegebenheiten entspricht und legt damit ein Referenzkoordinatensystem fest. Fig. 4 : Variante eines Referenzpositionier- und Koordinatenführungssystems (Maße in mm). Dieses Ausführungsbeispiel ist für die Hüftsonografie des Kindes nach Graf einsetzbar, wenn als Instrument ein Ultraschallkopf eingesetzt ist. Hier sind die Bewegungsfreiheitsgrade in der x-y-Ebene mit Hilfe
- 175 eines mit zwei kugelgelagerten Scharniergelenken befestigten Armes realisiert. Für die Referenzpositionierung im Falle der Säuglingshüftuntersuchung wird das Lagerungskissen nach Fig. 5 auf der Grundplatte montiert. Die Fig.5 zeigt den Grund- und Aufriß einer Positionierhalterung für das Kleinkind, die das Kind entsprechend der standardisierten Positionsvorgabe nach Graf (R.Graf: *Kursus der Hüftsonografie beim Säugling*, G.Fischer-Verlag, Stuttgart, 1995), einbettet. In diesem
- 180 Ausführungsbeispiel wird ein luftgefülltes Kissen mit mehreren Kammern verwendet. Dieselbe Vorrichtung kann auch für Biopsien bei Säuglingen verwendet werden, wenn anstelle des Ultraschallkopfes ein Biopsieinstrument eingesetzt wird. In diesem Falle kann der zweite Untersucher

(Assistent) durch die Vorrichtung ersetzt werden. Durch Ersatz dieser Instrumente durch andere ist dieselbe Vorrichtung für eine Vielzahl von Behandlungen und/oder Untersuchungen am Kind verwendbar. Für den Einsatz bei Erwachsenen Patienten sind die Dimensionen entsprechend der Größe und Form anzupassen. Der hier für ein Beispiel aus der Humanmedizin vorgeführte Einsatzbereich ist leicht auf die Untersuchung oder Behandlung verschiedenster Organismen übertragbar.

Weitere Anwendungsbeispiele:

Für andere Fragestellungen werden andere relevante Freiheitsgrade oder Auslenkungsbereiche blockiert oder bereits beim Aufbau der Vorrichtung als entsprechende Zwangsführung konzipiert. Solche Anwendungen können z. B. auch bei der ultraschallgeführten Punktion wesentlich sein, um durch geeignete Positionierung des Transducers die durch Brechung bedingten Mißweisungen der Ultraschallbilddarstellung zu reduzieren. Ein anderes Anwendungsgebiet sind Biopsien, die durch die definierte Lagerung und Fixierung mit Hilfe der Vorrichtung exakter und leichter ausführbar sind. Auch bei der Datenerfassung für 3-dimensionale Ultraschallbilder ist die Kenntnis der Raumlage des Ultraschallwandlers in jedem Moment erforderlich, um die Pixel der Schnittbildebene auf die Voxel des Datenquaders zu übertragen. Da die Geometrie der untersuchten Objekte im Organismus bei inhomogener Gewebebeschichtung, wenn aus verschiedenen Schnittrichtungen aufgenommen wird i. a. nicht deckungsgleich in den sonografischen Aufnahmen erscheint, können die mit Hilfe der Vorrichtung unter definierten Einstrahlrichtungen aufgenommenen Datensätze als Ausgangspunkt für rechnerische Rekonstruktion der sonografisch relevanten Gewebeeigenschaften und der wahren Geometrie verwendet werden. Zur Vermeidung mehrdeutiger Abbildungen können jene Einstrahlrichtungen, die zu nicht zu akzeptierenden Verzerrungen führen, von vorne herein vermieden werden.

Bei anderen Untersuchungsverfahren wie zum Beispiel bei Vielkanal-EKG-Studien (Body Surface Potential Mapping) oder bei elektromyografischen Untersuchungen ist die örtliche Vermessung der Elektroden an der Körperoberfläche Voraussetzung für die anschließende computerunterstützte Berechnung der elektrischen Vorgänge im Herzen bzw. in der Skelettmuskulatur. Die Innovation, verbunden mit der Möglichkeit einer Erfassung (z. B. elektro-mechanisch, elektronisch, oder optoelektronisch) und Speicherung der Lagekoordinaten bei definierter Position des Körpers stellt ein adäquates Mittel für die Lösung dieser Aufgabe dar.

Auch anthropometrische Untersuchungen und damit in weiterer Folge physikalische Beschreibungen der Form und der mechanischen Eigenschaften des menschlichen aber auch des tierischen Körpers sowie von Pflanzen erlaubt die Innovation. Die üblichen Modelle in der Biomechanik (Hanavan, E. P., 1964: A Mathematical Model of the Human Body. AMRL Technical Report, TR-64-102; Wright-Patterson Air Force Base, OH) sind nur in grober Näherung an die realen Verhältnisse angepaßt und könnten durch das hier beschriebene System wesentlich verfeinert

220 werden.

Dieselbe Vorrichtung kann - in Verbindung mit einem Dynamometer - auch verwendet werden, um elastische Eigenschaften von Biomaterialien zu untersuchen. Auch die Bewegungsfreiheitsgrade und Amplituden einzelner Gelenke können damit bestimmt werden. Das gestattet auch die Verlaufskontrolle von Rehabilitationsmaßnahmen zur Wiederherstellung der Beweglichkeit nach Verletzungen in operationalisierbarer Weise. Die Vorrichtung kann auch dazu dienen, um muskuläre Kraft-Zeitverläufe im Raum relativ zum Referenzkoordinatensystem zu studieren.

Die Vorrichtung kann auch in besonders stabiler Form aufgebaut werden und als präzise positionierbare Montageplattform für die Befestigung von chirurgischen Werkzeugen bei definierter Ausgangslage relativ zum Körper, d.h. relativ zum Referenzkoordinatensystem, verwendet werden. Bei vielen chirurgischen Eingriffen sind mechanische Tätigkeiten zu verrichten (Bohren, Fräsen, Sägen, Schneiden, etc.), die zum Teil beträchtlichen Kraftaufwand bei gleichzeitig hoher Genauigkeit erfordern. Aufgrund der Fixierung des Körpers mit Hilfe des Referenzpositioniersystems können Kräfte und Momente über das Koordinatenführungssystem auf den Körper übertragen werden. Dies bringt wesentliche Erleichterungen bei gleichzeitiger Verbesserung der Genauigkeit mit sich. Auch für die Führung von Laserstrahlen kann das Koordinatenführungssystem verwendet werden, um Untersuchungen oder Behandlungen, bei definierter Lage relativ zum Organismus durchzuführen.

Bei vielen Behandlungsformen (Medizin, Veterinärmedizin), z.B. bei Phototherapien mit Hilfe von karzinomsuchenden und phototoxischen Substanzen wie Porphyrin, ist die Behandlung in gezielter Weise auf bestimmte Areale der Körperoberfläche zu begrenzen. Bei anderen Behandlungsverfahren - etwa der lokalen Wärmebehandlung im Körperinneren mit Hilfe von therapeutischem Ultraschall - sind sowohl der Ort des Strahleintrittes in den Körper als auch die Richtung des Strahles relativ zum Organismus entscheidend für die erfolgreiche Durchführung. Solche Therapieformen können mit Hilfe der Vorrichtung optimiert, standardisiert und damit auch automatisiert oder teilautomatisiert werden. Dasselbe gilt für eine große Zahl physiotherapeutischer Behandlungsformen.

Für Einsätze im medizinischen und veterinärmedizinischen Bereich wird das Referenzpositioniersystem so ausgeführt, daß es den erforderlichen hygienischen Ansprüchen genügt; es muß leicht abwaschbar sein und resistent gegenüber Desinfektionssubstanzen und Reinigungsmitteln. Unter dem Punkt „Konstruktive Lösung“ sind geeignete Materialien zur Erfüllung dieser Vorgaben angeführt. Die Fig.5 zeigt ein solches, aufblasbares Positionierkissen, das für die sonografische Hüftuntersuchung von Kindern zwischen Null und 12 Monaten entwickelt wurde.

Die in dieser Schrift vorgestellte Vorrichtung ist auch bei allen bildgebenden Verfahren, die eine Ruhigstellung des Körpers während der Aufnahmezeit für die Bildinformation erfordern, vorteilhaft einsetzbar. So zum Beispiel ist die Vorrichtung hervorragend geeignet, um die kindliche Hüfte mit Hilfe des MR (magnetic resonance imaging) - Verfahrens zu untersuchen. Hier kann die Narkotisierung des Säuglings entfallen. Dies ist ein wesentlicher Fortschritt bei dieser Untersuchung. Für die

Veterinärmedizin und Aufgabenstellungen aus dem landwirtschaftlichen Bereich ergeben sich Anwendungen, für die das Referenzpositionier- und Koordinatenführungssystem den jeweiligen Organismen und Fragestellungen angepaßt wird. Ein Beispiel dafür ist ein Referenzpositioniersystem, das die Durchführung von Serienimpfungen an großen Zahlen von Tieren wesentlich erleichtert, weil die Tiere durch die dafür ausgelegte Positionierhalterung maschinell an den vorgesehenen Körperstellen und mit einer definierten Richtung des Stiches der Nadel geimpft werden können. Für diese Anwendung kann eine aus geeigneten Metallen oder Kunststoffen (siehe *konstruktive Lösung*) gefertigte Lagerungsschale verwendet werden, die das Tier relativ zur Richtung der Nadelführung definiert fixiert und z.B. mittels Fließband an einem Impfautomaten vorbeiführt. Unter *Impfautomat* ist dabei eine Vorrichtung zu verstehen, die elektronisch gesteuert unter Verwendung von mechanischen Ausführungselementen (elektromechanisch oder magnetisch oder pneumatisch oder hydraulisch) die erforderliche Menge Impfstoff für den jeweiligen Organismus bei gegebener Körpermasse (automatische Dosierung) ansaugt und in die gewünschte Körperregion des Tieres injiziert. Die Lagerungsschale kann bei dieser Anwendung aus zwei Halbschalen bestehen, die eine rasche Fixierung des Tieres ermöglichen.

Ein anderer Anwendungsbereich aus der Landwirtschaft ist die Entnahme von Proben oder die Injizierung von Substanzen in vorgegebene Bereiche einer Frucht oder einer Pflanze. Hierfür kann die Frucht oder Pflanze mittels des Referenzpositioniersystems in eine räumlich relativ zur Form der Frucht oder Pflanze definierte Position gebracht werden, um dann an vorgegebenen Stellen untersucht oder behandelt zu werden. Die Positionierung kann z.B. mit Lagerungshalbschalen erfolgen, die z.B. mechanisch, opto-elektronisch oder magnetisch oder hydraulisch oder pneumatisch gesteuert zusammenklappen, um die Frucht oder Pflanze zu umschließen. Die Ankopplung an ein Fließband erlaubt dann den Durchsatz großer Zahlen von Früchten oder Pflanzen pro Zeit.

Konstruktive Lösung

Das Referenzpositioniersystem wird der jeweiligen Form und Größe und den Achsen des Organismus entsprechend konstruktiv realisiert. Die konstruktive Lösung des Referenzpositioniersystems muß derart sein, daß der Organismus oder Teile desselben in definierter Position, wie es die jeweilige Problemstellung erfordert, für Untersuchungs- und/oder Behandlungszwecke fixiert wird. Die für die Positionierung des Organismus erforderlichen Kräfte und/oder Drehmomente können durch mechanische Elemente, durch Lagerungsschalen- und Lagerungskissen, sowie durch Feldkräfte verschiedener Art auf den Organismus übertragen werden, um eine vorgegebene Lage zu erzwingen. Die Feldkräfte können z.B. elektrische, magnetische oder durch Strömungsfelder hervorgerufene Kräfte sein. Die Halterungsvorrichtung für den Organismus muß den hygienischen Erfordernissen gerecht werden.

Glatte, abwaschbare Oberflächen, die auch Desinfektionsprozeduren mit Desinfektions-, organischen und anorganischen Reinigungsmitteln standhalten, sind für Einsätze im human- und veterinär-

medizinischen Bereich erforderlich und auch gesetzlich vorgeschrieben. Geeignete Materialien sind weiter hinten angeführt. Für Zwecke der Hüftsonografie des Säuglings existiert eine in Österreich patentierte Lagerungsschale (Pat. Nr.: 381 017), die aber den hygienischen Erfordernissen im medizinischen Praxisbetrieb nicht zufriedenstellend entspricht und auch in ihrer Formgebung nicht optimal an die Körperform des Säuglings angepaßt ist. Um verschieden große Organismen eines Typs untersuchen zu können, sind Lagerungsschalen, die den jeweilig aktuellen Dimensionen angepaßt werden können, vorteilhaft. Das läßt sich z. B. durch aufblasbare Kunststoffhüllen erreichen, die entsprechend der Oberfläche des zu untersuchenden oder behandelnden Organismus geformt sind und elastisch nachgeben bzw. durch Variation des Innendrucks angepaßt werden können und dabei ihre Formschlüssigkeit bewahren. Für den Aufbau derartiger Positionierkissen können verschiedene Folien und mehrschichtige Aufbauten solcher Folien Verwendung finden. Durch Druckvariationen in verschiedenen Kammern solcher Positionierkissen können auch definierte Lageänderungen des Organismus hervorgerufen werden.

Als Beispiel zeigt Fig. 5 ein für die sonografische Untersuchung der Säuglingshüfte ausgelegtes Positionierkissen, bei dem die oben beschriebenen Prinzipien verwirklicht sind. Das Positionierkissen wird in achsengerechter Weise auf der Grundplatte (vergl. Fig. 3 und 4) befestigt. Anstelle einer Grundplatte können auch andere mechanische Trägerkonstruktionen (z.B. Formrohre, Bleche, etc.) Verwendung finden.

Ausgehend vom Referenzkoordinatensystem, das durch das Referenzpositioniersystem fest gelegt ist, werden die Untersuchungs- und/oder Behandlungsinstrumente mit Hilfe eines Koordinatenführungssystems geführt. Als Koordinatensystem können kartesische, nicht-orthogonale und krummlinige Systeme konstruktiv realisiert werden, um den jeweiligen Führungsvorgaben optimal gerecht zu werden. Die Zahl der Freiheitsgrade wird der Fragestellung entsprechend konstruktiv realisiert, wobei eine Blockierung einzelner Freiheitsgrade oder eine Blockierung von Teilen eines Elongationsbereiches für die Untersuchung und/oder Behandlung wesentlich sein kann. Umgekehrt kann auch eine Anzahl von mehr als 6 Freiheitsgraden für das praktische Arbeiten vorteilhaft sein. Die Position und Orientierung der Untersuchungs- und/oder Behandlungsinstrumente kann in jeder Phase der Untersuchung und/oder Behandlung registriert werden. Dies kann im einfachsten Fall durch eingravierte Skalen erfolgen und mit dem Auge abgelesen werden, oder auch durch verschiedene Sensoren für Wege und Winkel erfolgen, die - z. B. elektromechanische, magnetische oder optische Komponenten enthalten. Die Lageinformationen von den Sensoren können als Analogsignale oder in digitalisierter Form vorliegen und weiterverarbeitet werden, um z. B. Weg-Zeit- bzw. Winkel-Zeit-Diagramme zu erstellen oder um Geschwindigkeiten und Beschleunigungen durch Differentiation nach der Zeit zu ermitteln. Umgekehrt können auch Beschleunigungs- oder Geschwindigkeitssensoren verwendet werden und daraus die Wege durch Integration ermittelt werden.

Die Bewegungen entlang der Koordinaten können manuell durchgeführt werden oder durch verschiedene Antriebsformen (z. B. elektromechanisch) erfolgen. Damit wird auch die Steuerung oder

- in Verbindung mit den Positionssensoren - eine Regelung der Bewegung möglich. Damit ergibt sich ein Einsatzbereich für automatisierte oder teilautomatisierte Untersuchungen bzw. Behandlungen.

- Durch geeignete Dimensionierung der Linearführungen, der Drehlager und der statisch entscheidenden Konstruktionselemente kann die Präzision der Vorrichtung der jeweiligen
- 335 Fragestellung angepaßt werden. Um den statischen und/oder dynamischen Anforderungen gerecht zu werden, können z.B. Formrohre, Bleche, Rohre oder Profile aus Metall oder Kunststoff verwendet werden. Eine mechanische Genauigkeit kann im Bereich von 10^{-6} m bis 10^{-2} m - je nach Aufgabenstellung und Länge der Hebelarme - erreicht werden. Bei Verwendung als Montageplattform für chirurgische Werkzeuge wird die Stabilität der Vorrichtung den Kräften und Drehmomenten
- 340 entsprechend hoch gewählt. Als Werkstoffe für den mechanischen Aufbau kommen nichtrostende Edelstähle und/oder Aluminiumlegierungen oder andere leicht zu reinigende Metalle oder Kunststoffe in Frage. Konstruktiv kann stets erreicht werden, daß das mechanische Führungssystem für die Untersuchungs- und/oder Behandlungsinstrumente nicht der limitierende Faktor für die Präzision der Positions- und Orientierungszuordnung zum Organismus ist, sondern, daß letztlich nur die
- 345 Eigenschaften der Biomaterialien des Organismus die maximal erreichbare Genauigkeit determinieren. Dies ist ein wesentlicher Fortschritt im Vergleich zu herkömmlichen chirurgischen Verfahren, bei denen die Ungenauigkeit der manuellen Führung der Behandlungsinstrumente den determinierenden Faktor ausmacht.

Für die Konstruktion des Koordinatenführungs- und Referenzpositioniersystems können verschiedene

- 350 Materialien Verwendung finden:

Nichtrostende Stähle:

- Bei hohen Ansprüchen bezüglich der Korrosionsbeständigkeit, insbesondere bei Chlorid-Belastungen sind Stähle mit zumindest 2% Mo-Anteil zu verwenden. Die Stähle dürfen für solche Anwendungen keinen nennenswerten Schwefelanteil haben. Die Nickelanteile können nur bei jenen Anwendungen,
- 355 bei denen eine eventuelle Magnetisierung keine Rolle spielt und gute Bearbeitbarkeit wichtig ist klein gehalten werden. Als Beispiele für in Frage kommende Stähle können X2CrNiMo18 12 3 oder X5CrNiMo18 12 3 Verwendung finden. Für geringere Ansprüche hinsichtlich der Korrosionsbeständigkeit kann auch X5CrNi18 10 oder X6Cr13 oder X6Cr17 Verwendung finden.

Aluminiumlegierungen:

- 360 Als Aluminiumlegierungen eignen sich Werkstoffe mit guter Korrosionsbeständigkeit wie z.B. AISi7 oder AlMgSiO5 oder AlMgSi1 oder AlMgSi3.

Kunststoffe:

Auch Kunststoffe, die die erforderlichen mechanischen und thermischen Eigenschaften und sehr gute Chemikalienbeständigkeit aufweisen, können Verwendung finden. Zu diesen Kunststoffen zählen:

- 365 *Standardkunststoffe:*

Polyvinylchloride (PVC), Polypropylen (PP) und Polystyrol (PS), Poly-ester, Poly-carbonate, Polyamide.

Weitere technische Kunststoffe:

Acetalcopolymersate (POM), Polybutylenterephthalate (PBT), Polyethylenterephthalate (PET), Co-
370 Polyesterether Elastomere (TPE-E), Flüssigkristalline Polymere (LCP), Cycloolefin-copolymere
(COC), Ultrahochmolekulares Polyethylen (PE-UHMW).

Um den jeweiligen Anforderungen gerecht zu werden, können auch mehrschichtige
Materialkompositionen verwendet werden. Dies gilt auch für den Aufbau der Kunststoffhäute, die für
die Realisierung der Positionierkissen verwendet werden. Hierfür sind u.a. verschiedene Polyolefine
375 unter Verwendung von thermoplastischen Elastomeren oder Naturkautschuk oder Synthesekautschuk
zur Erreichung der Flexibilität geeignet.

Um manuell Untersuchungs- und/oder Behandlungsinstrumente entlang der durch das
Führungssystem freigegebenen Wege möglichst ungestört vornehmen zu können, wird das Gewicht
der beweglichen Teile des Führungssystems klein gehalten bzw. durch Gegengewichte und/oder
380 Federzüge die Vorrichtung ausbalanciert.

Ausführungsbeispiel:

Die Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel für geführte Bewegungen entlang der x-, y- und z-Achse und
für Rotationen, die den Drehwinkeln α_x , α_y und α_z entsprechen. Die Instrumentehalterung ist hier
385 ausgebildet, um als Untersuchungsgerät einen Ultraschallwandler aufzunehmen. Die mechanische
Halterung für den zu untersuchenden Organismus ist in Fig. 3 bzw. Fig. 4 nur schematisch
angedeutet. Ein im Detail dargestelltes Ausführungsbeispiel eines aufblasbaren Lagerungskissens für
die Hüftsonografie des Säuglings, das den medizinischen, meßtechnischen und hygienischen
Ansprüchen genügt, ist in Fig. 5 gezeigt. Das Lagerungskissen ist achsengerecht über die Halterung
390 H bzw. eine Grundplatte (vergl. Abb. 3) mit dem mechanischen Führungssystem verbunden und stellt
mit diesem eine funktionelle Einheit dar.

Dieses Ausführungsbeispiel eines Positionierkissens ist dadurch gekennzeichnet, daß es aus einer
aufblasbaren Synthetikhaut besteht, dessen Formstabilität durch mehrere Luftkammern und
entsprechende Zuschnitte der Synthetikhaut erreicht wird, wobei die Formschlüssigkeit, das heißt die
395 eng anliegende Umhüllung des Organismus - in diesem Fall des Säuglings - auch bei der
naturegegebenen Variabilität der Größen erhalten bleibt. Dies ist bereits durch das elastische
Nachgeben der luftgefüllten Kammern realisiert und kann - bei beträchtlichen Größenunterschieden
der Säuglinge - zusätzlich durch Veränderung des Luftdruckes in den jeweiligen Kammern (Aufblasen
bzw. Luft ablassen) noch verbessert werden. Die Synthetikhaut kann leicht gereinigt und desinfiziert
400 werden. Für Zwecke der Hüftsonografie werden die Rotationsfreiheitsgrade (α_x und α_y) durch
Klemmschrauben (K) blockiert. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist neben der definierten Führung des
Ultraschallwandlers relativ zur äußeren Form des Körpers (Freiheitsgrade: x, y, z und α_z) als
Konstruktionskriterium zu berücksichtigen, daß von einer Seite das Kind von der Mutter ohne
mechanische Hindernisse in die Lagerungsschale gelegt werden kann und auch der untersuchende

- 405 Arzt ausreichenden Freiraum für seine Tätigkeit hat. Daher wurde die y-Führung nur an einer Seite (bei der Halterung H) ausgebildet. (Für andere Anwendungen, bei denen größere Kräfte aus das Koordinatenführungssystem einwirken - wie z.B. bei chirurgischen Arbeiten - kann eine weitere y-Führung auch auf der gegenüberliegenden Seite - bei H₁ - montiert werden, wodurch die Stabilität erhöht wird.) Dieses Ausführungsbeispiel ist für eine Anwendung, bei der die Wege entlang der
- 410 kartesischen Koordinaten im 10⁻¹m - Bereich liegen und die Führungsgenauigkeit (in diesem Fall eine Frage des elastischen Nachgebens aufgrund der Kräfte von der Hand des Untersuchers) bei 10⁻³ m bzw. $\alpha_x = \alpha_y = \text{konst.} \left(\frac{1}{10} \right)$ ist. Unter Berücksichtigung der Stabilitätsanforderungen kann dieses Ausführungsbeispiel in einer vergrößerten Version (Wege im m - Bereich) auch für die Untersuchung von großen Organismen verwendet werden oder, bei entsprechender Dimensionierung, auch für
- 415 kleine Organismen bis herab zum 10⁻³ m Bereich. Für chirurgische Arbeiten kann durch eine zweite y-Schiene (auf der Seite H₁) die Genauigkeit aufgrund der erhöhten Stabilität auf z.B. 10⁻⁴ m bzw. 10⁻¹ deg verbessert werden, trotz eventuell wesentlich höherer Kräfte, die mit dem chirurgischen Arbeiten verbunden sind. Ebenso gut wie durch 2 Linearlager kann die Führung in der x-y Ebene auch durch zwei über kugelgelagerte Scharniergelenke miteinander verbundene Schenkel erfolgen, wie dies in
- 420 Fig. 4 für die Hüftuntersuchung des Säuglings gezeigt ist.

Patentansprüche:

- 1) Vorrichtung zur Untersuchung und/oder Behandlung von Organismen oder von Teilen desselben, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung eine definierte Zuordnung der Lage und Orientierung von Untersuchungsinstrumenten und/oder Behandlungsinstrumenten zur anatomischen Form des Organismus ermöglicht, wobei die Lagerung des Organismus mit einem an seine Form und/oder Achsen angepaßten Referenzpositioniersystem erfolgt.
- 2) Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Koordinatenführungssystem für Untersuchungsinstrumente mechanisch mit dem Referenzpositioniersystem für den Organismus verbunden ist, woraus sich eine definierte Zuordnung des Ortes und/oder der Orientierung der Instrumente zur äußeren Form des Organismus ergibt.
- 3) Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Koordinatenführungssystem für Behandlungsinstrumente mechanisch mit dem Referenzpositioniersystem für den Organismus verbunden ist, woraus sich eine definierte Zuordnung des Ortes und/oder der Orientierung der Instrumente zur äußeren Form des Organismus ergibt.
- 4) Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Führung der Instrumente Kombinationen von kartesischen und/oder nicht-orthogonalen und/oder krummlinigen Koordinatensystemen Verwendung finden.
- 5) Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegungsfreiheit und Richtungsorientierung der Instrumente für die Untersuchung oder Behandlung relativ zur äußeren Form des Organismus definiert vorgegeben werden kann, sodaß bestimmte Trajekturen und Orientierungen bzw. Scharen von Trajekturen und Orientierungen festgelegt werden, wobei sich die Möglichkeit der Blockierung von Freiheitsgraden und/oder der Limitierung von Elongationsbereichen auf einzelne oder auf Gruppen von Freiheitsgraden erstrecken kann.
- 6) Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung resistent ist gegenüber Körperflüssigkeiten sowie Desinfektionssubstanzen und Reinigungsmitteln.
- 7) Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Referenzpositioniersystem für den Organismus bzw. von Teilen desselben mit Hilfe einer luftgefüllten (aufblasbaren) Synthetikhaut bzw. mehreren luftgefüllten Kammern realisiert wird, wobei die elastischen Eigenschaften und/oder veränderter Innendruck in diesen Lagerungskissen eine Anpassung an variable Organismusgrößen ermöglichen.

- 8) Vorrichtung nach Anspruch 7
dadurch gekennzeichnet, daß durch Variation der Befüllungszustände der einzelnen Kammern
455 definierte Änderungen der Position des Organismus hervorgerufen werden können.
- 9) Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß als Untersuchungsinstrumente sämtliche Vorrichtungen zur
Erfassung anatomischer, motorischer, physiologischer, psychologischer, physikalischer,
chemischer und biochemischer Eigenschaften des Organismus sowie Vorrichtungen für
460 bildgebende Verfahren verwendet werden können.
- 10) Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß als Behandlungsinstrumente sämtliche Vorrichtungen, die
chirurgische, orthopädische, physiologische, psychologische, physikalische, chemische oder
biochemische Wirkungen auf den Organismus haben, verwendet werden können.
- 465 11) Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Instrumente gleichzeitig verwendet werden können.
- 12) Vorrichtung nach Anspruch 1
dadurch gekennzeichnet, daß das Gerät die Registrierung der Lage des Instrumentes relativ zum
Referenzkoordinatensystem und/oder der Geschwindigkeit und/oder der Beschleunigung und/oder
470 der Kraftwirkung (vom Organismus auf das Instrument) erlaubt.
- 13) Vorrichtung nach Anspruch 12
dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegung der Untersuchungssonden und/oder
Behandlungsinstrumente relativ zum Referenzkoordinatensystem, das durch das
Referenzpositioniersystem definiert wird, mittels Computer oder sonstiger elektronischer
475 Hilfsgeräte unter Zuhilfenahme elektromechanischer oder elektrooptischer oder magnetischer oder
pneumatischer oder hydraulischer Elemente gesteuert oder geregelt werden kann.
- 14) Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß der Vorgang der Fixierung des Organismus im
Referenzpositioniersystem durch mechanisch bewegliche Komponenten der jeweiligen Halterungs-
480 vorrichtung erfolgt und automatisiert werden kann.

Fig 1

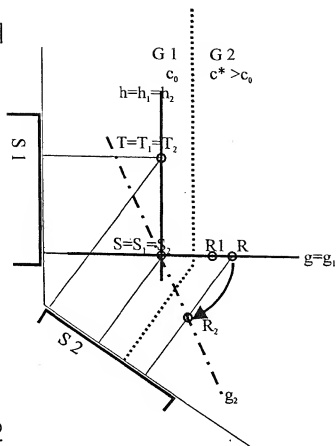


Fig 2

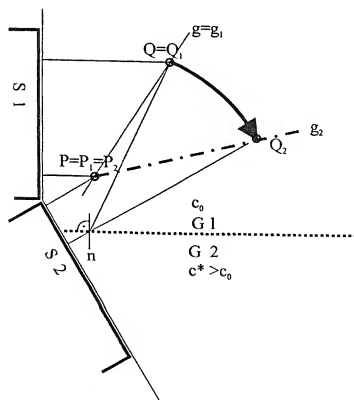


Fig 3

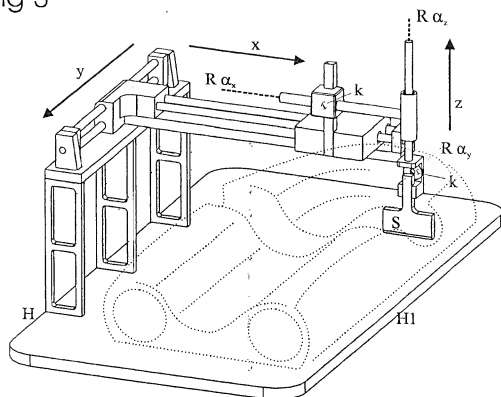


Fig 4

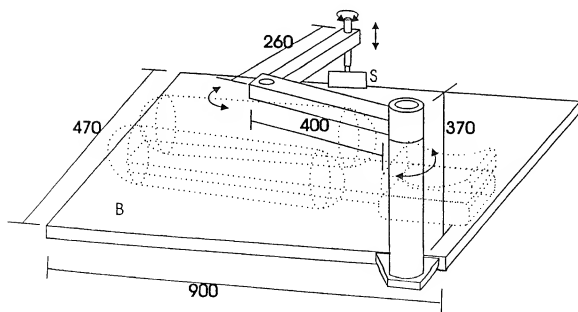
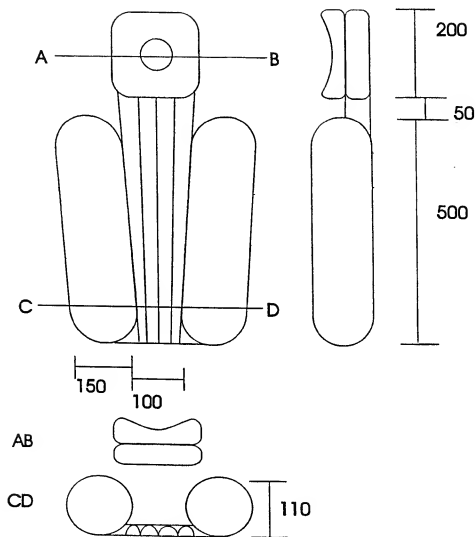


Fig. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. appl. Application No.
PCT/EP 98/04195

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 A61B6/04 A61B19/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 A61B A61M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents were included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 91 06198 A (ATF CONSOLIDATED INC) 2 May 1991	1,2,4,5,
A	see page 5, line 2 - page 7, line 10; figure 1	12-14 3
X	EP 0 443 174 A (LUNAR CORP) 28 August 1991	1,9,10
A	see column 1, line 3 - line 9	2,3
A	see column 3, line 27 - column 4, line 10; figure 1	12-14
A	US 5 577 503 A (BONUTTI PETER M) 26 November 1996	1,7-9,14
	see column 4, line 18 - column 6, line 27; figures 1-4	
	--- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

16 December 1998

23/12/1998

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.O. Box 5818 Patentlaan 2
NL - 2200 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Martelli, L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat Application No

PCT/EP 98/04195

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 060 324 A (MARINBERG BORIS V ET AL) 29 October 1991 see column 1, line 23 - line 32 see column 1, line 51 - column 2, line 29; figures 1,4 -----	7,8
A	US 5 103 517 A (KROUSKOP THOMAS A) 14 April 1992 see column 1, line 5 - line 25 see column 2, line 30 - line 35 -----	7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/EP 98/04195

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9106198 A	02-05-1991	US 5036530 A	30-07-1991
		AT 151618 T	15-05-1997
		AU 6714990 A	16-05-1991
		CA 2069302 A	24-04-1991
		DE 69030505 D	22-05-1997
		EP 0506674 A	07-10-1992
		JP 2620161 B	11-06-1997
EP 0443174 A	28-08-1991	JP 4507138 T	10-12-1992
		US 5040546 A	20-08-1991
		CA 2032686 A,C	22-06-1991
		JP 5228137 A	07-09-1993
US 5577503 A	26-11-1996	US 5349956 A	27-09-1994
		US 5640958 A	24-06-1997
		US 5743264 A	28-04-1998
		US 5562094 A	08-10-1996
		US 5542423 A	06-08-1996
		US 5329924 A	19-07-1994
		US 5343580 A	06-09-1994
US 5060324 A	29-10-1991	NONE	
US 5103517 A	14-04-1992	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter. niles Aktenzeichen
PCT/EP 98/04195

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 6 A61B/04 A61B19/00	
Nach der internationalen Patenklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK	
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationsystem und Klassifikationsymbole) IPK 6 A61B A61M	
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen	
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und avil. verwendete Suchbegriffe)	
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN	
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile
	Botr. Anspruch Nr.
X	WO 91 06198 A (ATF CONSOLIDATED INC) 2. Mai 1991 1, 2, 4, 5, 12-14 3
A	siehe Seite 5, Zeile 2 - Seite 7, Zeile 10; Abbildung 1
X	EP 0 443 174 A (LUNAR CORP) 28. August 1991 1, 9, 10
A	siehe Spalte 1, Zeile 3 - Zeile 9
A	siehe Spalte 3, Zeile 27 - Spalte 4, Zeile 10; Abbildung 1 2, 3 12-14
A	US 5 577 503 A (BONUTTI PETER M) 26. November 1996 1, 7-9, 14 siehe Spalte 4, Zeile 18 - Spalte 6, Zeile 27; Abbildungen 1-4 --- -/-
<input checked="" type="checkbox"/>	Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen
<input checked="" type="checkbox"/>	Siehe Anhang Patentfamilie
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung betagt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis der der Erfindung zugrundeliegenden Prinzipie oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindungsartiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "A" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist	
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
16. Dezember 1998	23/12/1998
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nt, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Beauftragter Martelli, L

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) Juli 1993

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Innen:inales Aktenzeichen
PCT/EP 98/04195

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 060 324 A (MARINBERG BORIS V ET AL) 29. Oktober 1991 siehe Spalte 1, Zeile 23 - Zeile 32 siehe Spalte 1, Zeile 51 - Spalte 2, Zeile 29; Abbildungen 1,4 -----	7,8
A	US 5 103 517 A (KROUSKOP THOMAS A) 14. April 1992 siehe Spalte 1, Zeile 5 - Zeile 25 siehe Spalte 2, Zeile 30 - Zeile 35 -----	7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern. 15155 Aktenzeichen

PCT/EP 98/04195

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9106198 A	02-05-1991	US 5036530 A	30-07-1991
		AT 151618 T	15-05-1997
		AU 6714990 A	16-05-1991
		CA 2069302 A	24-04-1991
		DE 69030505 D	22-05-1997
		EP 0506674 A	07-10-1992
		JP 2620161 B	11-06-1997
		JP 4507138 T	10-12-1992
EP 0443174 A	28-08-1991	US 5040546 A	20-08-1991
		CA 2032686 A,C	22-06-1991
		JP 5228137 A	07-09-1993
US 5577503 A	26-11-1996	US 5349956 A	27-09-1994
		US 5640958 A	24-06-1997
		US 5743264 A	28-04-1998
		US 5562094 A	08-10-1996
		US 5542423 A	06-08-1996
		US 5329924 A	19-07-1994
		US 5343580 A	06-09-1994
US 5060324 A	29-10-1991	KEINE	
US 5103517 A	14-04-1992	KEINE	